

تأثیر محلول پاشی اسید هیومیک بر عملکرد و برخی خصوصیات مورفولوژی گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) در شرایط تنش خشکی

Effect of humic acid spraying on yield and some morphological characteristic of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under drought stress conditions

اسماعیل کریمی^{۱*} و علی تدین^۲

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد (نگارنده مسئول)
۲. دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۱/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۱۰

چکیده

کریمی، ا.، تدین، ع.، تأثیر محلول پاشی اسید هیومیک بر عملکرد و برخی خصوصیات مورفولوژی گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) در شرایط تنش خشکی
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۱ - شماره ۱ - پیاپی ۱۱۸ بهار ۹۷: ۳۸-۱۹

به منظور بررسی تأثیر اسید هیومیک تحت شرایط تنش خشکی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد دانه و عملکرد روغن گلرنگ رقم محلی اصفهان، آزمایشی به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد انجام گرفت. فاکتور اصلی این آزمایش شامل چهار سطح مختلف تنش خشکی (آبیاری پس از ۵۰، ۸۰، ۱۳۰ و ۱۸۰ میلی متر تبخیر آب از تشتک تبخیر کلاس A) و فاکتور فرعی شامل محلول پاشی اسید هیومیک (به میزان صفر، ۱، ۳ و ۶ لیتر در هکتار) بود. صفات مورد ارزیابی در این آزمایش شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، قطر ساقه، تعداد برگ در بوته، عملکرد دانه و عملکرد روغن بود. تنش خشکی و محلول پاشی اسید هیومیک به صورت معنی داری بر صفات ذکر شده اثرگذار بودند. بر اساس نتایج حاصل از مقایسات میانگین، تنش خشکی سبب کاهش معنی دار و محلول پاشی اسید هیومیک نیز سبب افزایش معنی دار صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، قطر ساقه و تعداد برگ در بوته، عملکرد دانه و عملکرد روغن گلرنگ گردیدند. بیشترین عملکرد دانه و روغن به ترتیب ۱۶۸۷ و ۳۹۳/۷ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی متر تبخیر به دست آمد. حداکثر میزان محلول پاشی اسید هیومیک ۶ لیتر در هکتار بود که سبب افزایش عملکرد دانه (۹ درصد) و عملکرد روغن (۲۰ درصد) نسبت به تیمار شاهد گردید. بر اساس نتایج حاصل از آزمایش و به دلیل مشاهده اثرات مثبت محلول پاشی اسید هیومیک روی گیاه گلرنگ، توصیه می گردد در صورت احتمال بروز تنش خشکی در طول دوره رشد گیاه، به خصوصیات مثبت این ماده آلی جهت افزایش رشد رویشی و زایشی در گیاه گلرنگ توجه بیشتری معطوف گردد.

واژه های کلیدی: ماده آلی، تنش خشکی، محلول پاشی، تعداد برگ، عملکرد دانه

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: esmaeil.karimi.gh@gmail.com

مقدمه:

خاک های ایران گردیده و مشکلات زیست محیطی و عدم توازن عناصر غذایی خاک را به دنبال داشته است (Ghorbani *et al.*, 2010). یکی از موارد مهم در کشاورزی اکولوژیک، استفاده از مواد آلی است و اسیدهای آلی به عنوان یکی از منابع مهم مواد آلی مطرح هستند، همچنین مواد هیومیکی به عنوان مخلوطی از ترکیبات آلی مختلف باقی مانده که از گیاهان و حیوانات حاصل می شوند، معرفی شده اند (Ghorbani *et al.*, 2010). اسید هیومیک با وزن ۳۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰۰ دالتون سبب تشکیل کمپلکس های پایدار و نامحلول و اسیدفولیک نیز با وزن ملکولی کمتر از ۳۰۰۰۰ دالتون سبب ایجاد کمپلکس های محلول با عناصر میکرو می گردند (Ghorbani *et al.*, 2010). اسید هیومیک ۶۰ تا ۹۰٪ از ترکیبات آلی طبیعی را تشکیل می دهد (Asgari *et al.*, 2010). کاربرد اسید هیومیک در گیاه موجب افزایش رشد شاخه، ریشه و محتوای نیتروژن در شاخساره و از بین رفتن کلروز در برگ های ذرت در خاک های آهکی شده است. از مزایای مهم اسید هیومیک می توان به قابلیت کلات کنندگی عناصر غذایی مختلف مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن، مس و سایر عناصر در جهت غلبه بر کمبود عناصر غذایی اشاره کرد که این موضوع سبب افزایش طول و وزن ریشه و آغازش ریشه های جانبی می گردد (Ghorbani *et al.*, 2010). اسید هیومیک سبب سرعت بخشیدن به تقسیم سلولی و همچنین رشد بیشتر ریشه گیاه می شود و این موضوع می تواند اثرات مخرب تنش های محیطی (نظیر تنش خشکی) را کاهش دهد؛ همچنین

گیاهان روغنی علاوه بر دارا بودن اسیدهای چرب، حاوی پروتئین نیز هستند و پس از غلات، مهم ترین نیاز غذایی جهان را تشکیل می دهند (Roodposhti *et al.*, 2012). گلرنگ یکی از قدیمی ترین گیاهان زراعی است که در توسعه کشت دانه های روغنی اهمیت زیادی دارد (Alinaghizadeh *et al.*, 2010). گلرنگ گیاهی یک ساله از تیره Asteraceae است (Yari *et al.*, 2013). نام انگلیسی این گیاه Safflower و نام علمی آن *Carthamus tinctorius* L. است که حداقل دمای خاک برای جوانه زنی بذر این گیاه حدود ۵ درجه سانتی گراد می باشد (Khajepour, 2004). گلرنگ تحمل نسبتاً زیادی به شرایط خشکی دارد (Rameshknia *et al.*, 2013).

کشت گلرنگ در استان اصفهان در اراضی حاشیه ای که دارای مسئله کم آبی هستند، صورت می گیرد و به همین دلیل گیاه در مراحل رشد خود با تنش خشکی روبرو خواهد بود (Yasari *et al.*, 2005). به دلیل موقعیت جغرافیایی ایران، کمبود آب همواره یکی از معضلات مهم در کشاورزی به شمار می رود (Ezatpur *et al.*, 2010). تنش خشکی باعث گل دهی زودتر، تسریع رسیدگی، کوتاه شدن مراحل رشد و نمو، کاهش رشد گیاه، کوچک شدن برگ ها، کاهش شاخص سطح برگ و در نتیجه کاهش میزان جذب نور توسط گیاه می گردد (Rezaei *et al.*, 2009).

در طی سال های اخیر استفاده بی رویه از کودهای شیمیایی و عدم استفاده از کودهای آلی، سبب کاهش چشم گیر مقدار ماده آلی

سطح محلول پاشی اسید هیومیک (صفر، ۱، ۳ و ۶ لیتر در هکتار) بر روی گیاه بود. آمار میزان تبخیر آب از تشتک تبخیر کلاس A، به صورت روزانه از نزدیکترین ایستگاه هواشناسی به مزرعه تحقیقاتی (ایستگاه هواشناسی سینوپتیک واقع در فرودگاه شهرکرد) دریافت گردید. ترکیب به کار رفته جهت محلول پاشی حاوی ۸۰ درصد اسید هیومیک، ۱۵ درصد اسید فولویک و ۱۲ درصد K_2O با نام تجاری Humax-95- WSG و ساخت شرکت JH-Biotech ایالات متحده آمریکا بوده است. برای محاسبه مقدار اسید هیومیک مورد نیاز جهت محلول پاشی، با در نظر گرفتن مساحت زمین تیمار مورد نظر، بر اساس مقادیر عددی آن تیمار (صفر، ۱، ۳ و ۶ لیتر در هکتار)، ابتدا مقدار اسید هیومیک مورد نیاز محاسبه شد. در ادامه این مقدار به دقت با ترازوی دیجیتال وزن شده و برای کلیه تیمارها در حجم ثابتی از آب به صورت کامل حل گردید. به دلیل احتمال اثرگذاری بیشتر و موثرتر محلول پاشی بواسطه تبخیر کمتر آب به کار رفته جهت انحلال اسید هیومیک و ماندگاری بیشتر آن (پرهیز از خشک شدن سریع و از دست دادن رطوبت)، محلول پاشی در ساعات پایانی روز و نزدیک به غروب آفتاب، توسط سمپاش دستی انجام شد. تیمارهای تنش خشکی پس از مرحله تکمه دهی گیاه گلرنگ تا آخر دوره رشد و تیمارهای محلول پاشی اسید هیومیک پس از مرحله تکمه دهی تا آغاز مرحله گل دهی در ۲ نوبت با فاصله ۱۵ روزه اعمال شدند. قبل از آماده سازی زمین، ۱۰ نمونه خاک به صورت زیگزاگ (Z شکل) تا عمق ۳۰

کاربرد اسید هیومیک سبب افزایش عملکرد در گیاهان سویا، بادام زمینی و ذرت شده است (Kamsefidi & Arvin, 2011). مواد هیومیکی رشد گیاهان را تحت تاثیر قرار می دهند به عنوان نمونه هیومیک اسید باعث افزایش جذب نیتروژن، پتاسم، فسفر، کلسیم، منیزیم و همچنین کاهش اثرات تنش خشکی در گیاه می گردد، لذا بر رشد گیاه در شرایط تنش خشکی اثرگذار است (Taghadosi *et al.*, 2012).

با توجه به اهمیت گیاه گلرنگ به دلیل مقاومت بالای این گیاه به شرایط نامساعد محیطی از جمله تنش خشکی و همچنین اهمیت کاربرد هیومیک اسید به عنوان ترکیب آلی و نیز انجام تحقیقات اندک در این زمینه، نتایج این پژوهش با توجه به قابلیت این گیاه از نظر گسترش سطح زیر کشت این گیاه و تولید روغن، حائز اهمیت خواهد بود.

مواد و روش

جهت بررسی اثر سطوح مختلف اسید هیومیک روی خصوصیات مورفولوژیکی و همچنین عملکرد دانه و روغن گلرنگ رقم محلی اصفهان تحت تیمارهای مختلف تنش خشکی، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد انجام شد. این آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اصلی آزمایش شامل چهار سطح تنش خشکی (آبیاری پس ۵۰ (شاهد)، ۸۰، ۱۳۰ و ۱۸۰ میلی متر تبخیر آب از تشتک تبخیر کلاس A) و فاکتور فرعی آزمایش نیز شامل چهار

جدول ۱. ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی

Table 1. Physical and chemical properties of soil research farm

خصوصیات شیمیایی		خصوصیات فیزیکی		
Chemical properties		Physical properties		
EC	pH	نیترژن	فسفر	پتاسیم
dS/m		(N)	(P)	(K)
		%	mg/kg	mg/kg
1.1	7.70	0.09	7.1	296

۱۷ درصد رس، ۴۲ درصد سیلت و ۴۱ درصد شن
17% clay, 42% silt and 41% sand
لوم (soil texture: loam)

نشستی) انجام گرفت. مبارزه با آفات در این آزمایش سه مرحله در کل دوره رشد (قبل از دوره گل دهی) به صورت شیمیایی توسط سموم دیمتوات بر علیه شته به میزان ۱ لیتر در هکتار، دلتامترین بر علیه سن به میزان ۰/۵ لیتر در هکتار و دیازینون بر علیه سرخرطومی طبق گلرنگ به میزان ۱ لیتر در هکتار انجام شد. در مزرعه تحقیقاتی بیماری گیاهی مشاهده نگردید اما علف های هرز باریک برگ به همراه دو علف هرز پهن برگ سلمه تره (*Chenopodium Sp.*) و تاج خروس (*Amaranthus Sp.*) مشاهده شد، که در تمامی کرت آزمایشی طی دو مرحله (یک مرحله قبل از اعمال تنش خشکی و مرحله دیگر قبل از دوره گل دهی)، به صورت دستی کنترل گردیدند. اولین آبیاری پس از اتمام عملیات کاشت و در کلیه کرت ها به صورت یکسان انجام گرفت. آبیاری های بعدی نیز هر ۵ روز یک بار در کلیه تیمارها، تا رسیدن به مرحله استقرار گیاه ادامه یافت. پس از آن به منظور اعمال تنش خشکی، آبیاری هر کرت پس از مرحله تکمه دهی بر اساس تیمار تنش خشکی مربوطه، پس از رسیدن میزان تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به تیمار خشکی کرت مورد نظر، تا پایان دوره رشد

سانتی متری مزرعه برداشت و با یکدیگر مخلوط شدند. سپس یک نمونه مرکب خاک از آن ها تهیه شده و جهت بدست آوردن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به آزمایشگاه ارسال گردید. نتیجه تجزیه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ ارائه شده است: جهت آماده سازی زمین آزمایش، پس از شخم با گاو آهن بر گردان دار، کلوخه ها با دیسک خرد شده و جوی و پشته هایی با فاصله ۵۰ سانتی متر توسط فارورور ایجاد گردید. بذور گواهی شده گلرنگ رقم محلی اصفهان از مرکز جهاد کشاورزی شهر کرد تهیه و قبل از کشت با قارچ کش بنومیل جهت کنترل احتمالی قارچ ها ضد عفونی شد. کاشت بذور در ابتدای خرداد ماه سال زراعی ۱۳۹۲ با فاصله روی ردیف ۷ سانتی متر و بین ردیف ۵۰ سانتی متر با عمق ۳ سانتی متر و به صورت دستی روی پشته ها صورت گرفت. جهت قرار گیری بذور در عمق مناسب، ابتدا شیارهایی با عمق حدود ۳ سانتی متر در خاک ایجاد شده سپس بذور با فاصله ۷ سانتی متر در این شیارها قرار گرفته و با خاک نرم پوشانده شدند. ابعاد هر کرت آزمایشی ۳×۵/۵ متر بوده و آبیاری مزرعه به صورت جوی و پشته ای (آبیاری

مختلف خشکی (آبیاری پس از تبخیر ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) صورت گرفت، افزایش سطح تنش باعث کاهش ارتفاع گیاه گلرنگ گردید؛ در این گزارش آمده است که وقوع تنش خشکی در گلرنگ با کاهش میزان فتوسنتز و کمبود مواد پرورده، کاهش ارتفاع بوته و عملکرد دانه را به دنبال دارد (Rasti et al., 2014).

بلندترین ارتفاع بوته در تیمار محلول پاشی اسید هیومیک به میزان ۶ لیتر در هکتار مشاهده گردید که نسبت به تیمار شاهد (عدم محلول پاشی) به میزان ۸ درصد ارتفاع بوته را افزایش داده است (جدول ۳). با وجود کاهش ارتفاع بوته گلرنگ در تیمار محلول پاشی ۳ لیتر نسبت به تیمار ۶ لیتر در هکتار اسید هیومیک، مقایسه میانگین اختلاف معنی داری را بین این دو تیمار نشان نمی دهد. تیمار محلول پاشی ۳ لیتر در هکتار، ارتفاع بوته را نسبت به تیمار شاهد به میزان ۷ درصد افزایش داده است. کمترین ارتفاع بوته در بین تیمارهای اسید هیومیک، مربوط به تیمار محلول پاشی به میزان ۱ لیتر در هکتار بود که نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی دار ۴ درصدی را نشان داد (جدول ۳).

محلول پاشی اسید هیومیک باعث افزایش معنی دار ارتفاع بوته گیاهان نعنا فلفلی، فلفل و بادمجان گردید (Asgari et al., 2011). محلول پاشی اسید هیومیک به میزان ۲ لیتر در هکتار در شرایط آزمایشگاهی ارتفاع بوته سیب زمینی را به صورت معنی داری افزایش داد (Ghasemi et al., 2012). اسید هیومیک با تأثیر بر متابولیسم سلول های گیاهی و همچنین با

انجام گرفت. صفات اندازه گیری شده طی این آزمایش شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، قطر ساقه و تعداد برگ در بوته بود که به فاصله زمانی ۳۰ روز پس از ظهور گیاه در سطح خاک نمونه برداری شدند. عملکرد دانه و عملکرد روغن نیز در مرحله رسیدگی گیاه اندازه گیری شد. (لازم به توضیح است که درصد روغن دانه به روش سوکسله و توسط آزمایشگاه تعیین گردید). آنالیز واریانس داده با نرم افزار SAS انجام شده و میانگین ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. رسم گراف و برازش داده ها در مراحل مختلف نمونه برداری با استفاده از نرم افزار Excel صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

صفت ارتفاع بوته در تیمارهای تنش خشکی و محلول پاشی اسید هیومیک در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار گردید (جدول ۲). مطابق جدول ۳ ارتفاع بوته ۳۲ درصد در تیمار تنش شدید نسبت به تیمار شاهد بدون تنش کاهش یافت. این صفت در تیمار تنش ملایم (۸۰ میلی متر تبخیر) به طور معنی داری بیش تر از تنش های خشکی ۱۳۰ و ۱۸۰ میلی متر تبخیر بود (جدول ۳). ضمناً مطابق این جدول ارتفاع بوته در تنش ملایم، اختلاف معنی داری با تیمار شاهد بدون تنش نداشت.

ارتفاع بوته نشانه ای از میزان رشد رویشی است که می تواند به طور قابل توجهی تحت تنش کم آبی قرار گرفته و کاهش یابد (Gomes et al., 2000). در آزمایشی که با تیمارهای

و ۴۲ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد، تعداد شاخه فرعی کمتری را دارا بودند (جدول ۳). تعداد شاخه های فرعی به طور غیرمستقیم و از طریق تعداد طبق که یکی از مهم ترین اجزای عملکرد در گلرنگ است، بر عملکرد دانه اثر می گذارد و معمولاً همبستگی مثبتی با عملکرد دانه نشان می دهد (Kumar & Singh, 1994). نتایج آزمایش دیگری با تیمارهای تنش خشکی به روش قطع آبیاری روی سه رقم گلرنگ بهاره نشان داد، تعداد شاخه های فرعی تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفته و در تمامی مراحل اعمال تنش نسبت به آبیاری شاهد، کاهش معنی داری داشته است (Farjam *et al.*, 2014).

قدرت کلات کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه می شود (Nardi *et al.*, 2002). اسید هیومیک از طریق افزایش محتوای نیتروژن سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه می گردد (Ayas & Gulser, 2005). نتایج حاصل از این آزمایش مبنی بر تاثیر مثبت هیومیک اسید بر افزایش ارتفاع بوته در گلرنگ با نتایج ارائه شده سایر محققین مطابقت دارد. اثر متقابل تنش خشکی و اسید هیومیک بر صفت ارتفاع بوته در این آزمایش معنی دار نگردید (جدول ۲)، لذا تغییرات ارتفاع بوته در هر دو تیمار تنش خشکی و هیومیک اسید به طور مستقل عمل نموده است. بر اساس شکل ۱-الف و شکل ۲-الف، با افزایش تعداد روز پس از ظهور گیاه در سطح خاک تا مرحله برداشت در تنش های مختلف خشکی و کاربرد سطوح مختلف اسید هیومیک، میانگین تغییرات ارتفاع بوته بصورت تابع Polynomial درجه ۲ می باشد که تا مرحله چهارم نمونه برداری (۷۵ روز پس از ظهور گیاه در سطح خاک) روندی جهشی است و پس از آن افزایش چندانی را نشان نمی دهد. با توجه به مشابه بودن روند تغییرات ارتفاع بوته نسبت زمان در تیمارهای مختلف، برآزش داده ها در تیمار شاهد بدون تنش و شاهد بدون اسید هیومیک صورت پذیرفت.

تعداد شاخه فرعی در بوته

صفت تعداد شاخه فرعی در بوته، در تیمارهای مختلف تنش خشکی و کاربرد اسید هیومیک در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار گردید (جدول ۲). مطابق جدول ۳، تیمارهای تنش ملایم، متوسط و شدید به ترتیب با ۹، ۲۵

جدول ۲. میانگین مربعات صفات مورد بررسی در تیمارهای مختلف تنش خشکی و محلول پاشی اسید هیومیک در گزنک

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی (d.f)	عملکرد روغن Oil yield	عملکرد دانه Grain yield	تعداد برگ در بوته Leaf number per plant	قطر ساقه Stem diameter	تعداد شاخه فرعی Sub branch per plant	ارتفاع بوته Plant height
تکرار Replication	2	19.69 ns	1787.38 ns	11.52 **	1.16 ns	0.89 ns	2.14 ns
تنش خشکی Drought stress	3	31226.42 **	680196.83 **	1888.63 **	43.73 **	143.50 **	2181.12 **
خطای اصلی (a) Error (a)	6	193.65	4173.73	1.21	0.87	2.14	6.98
اسید هیومیک Humic acid	3	8466.32 **	32280.35 *	50.57 **	4.00 **	10.05 **	74.95 **
تنش خشکی × اسید هیومیک Drought stress × Humic acid	9	152.40 ns	2600.30 ns	7.09 ns	0.26 ns	1.07 ns	11.58 ns
خطای فرعی (b) Error (b)	24	404.19	7893.68	3.56	0.60	1.52	5.37
ضریب تغییرات (/) CV (%)	-	5.81	6.09	8.35	6.51	8.19	3.18

ns، * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی داری، معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد است.

ns، * and ** represent non-significant and significant at 5 and 1 % probability levels, respectively.

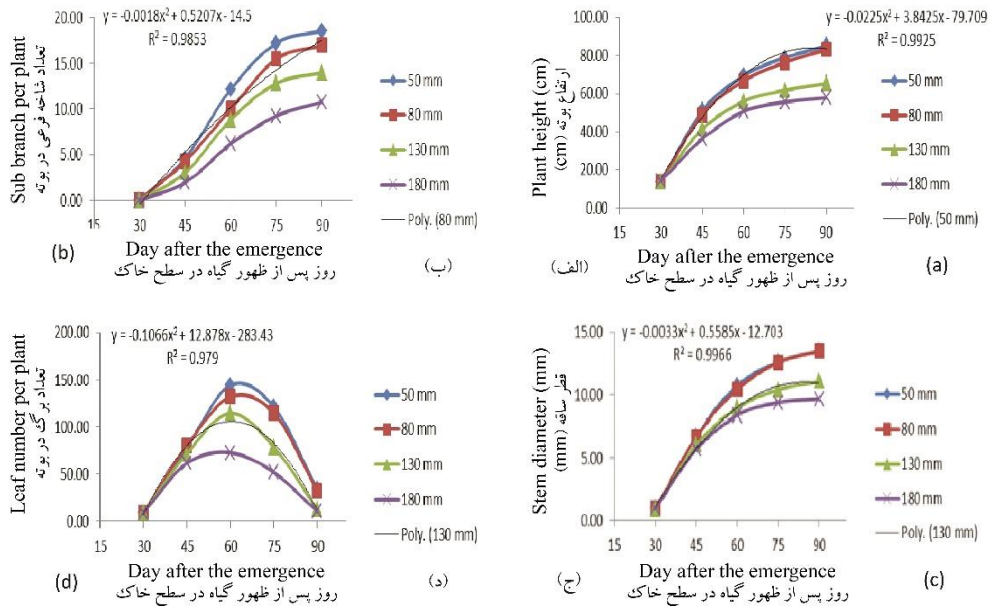
جدول ۳. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در تیمارهای مختلف تنش خشکی و محلول پاشی اسید هیومیک

Table 3. Mean comparison of the investigated traits for safflower under different treatments of drought stress and humic acid spraying

تیمارها Treatments	صمگورد روغن Oil yield (kg/ha)	صمگورد دانه Grain yield (kg/ha)	تعداد برگ در بوته Leaf number per plant	قطر ساقه Stem diameter (mm)	تعداد شاخه فرعی Sub branch per plant	ارتفاع بوته Plant height (cm)	
تنش خشکی Drought stress	بدون تنش (C)	393.7	1687	34.5	13.51	18.58	85.11
	ملائم / Mild	383.7	1630	32.33	13.48	17	83.22
	متوسط / Medium	315.3	1327	12.83	11.05	14	65.34
	شدید / Intense	289.7	1191	10.75	9.63	10.75	57.65
LSD (5%)	13.90	64.53	1.10	0.93	1.46	2.63	
اسید هیومیک Humic acid	شاهد (C)	311.9	1394	20.5	11.3	13.83	69.46
	1 liter/ha	338.8	1446	21.42	11.66	15	72.41
	3 liter/ha	358.6	1480	23.42	12.06	15.58	74.64
	6 liter/ha	373.3	1515	25.08	12.65	15.92	74.82
LSD (5%)	16.93	74.86	1.59	0.65	1.04	1.95	

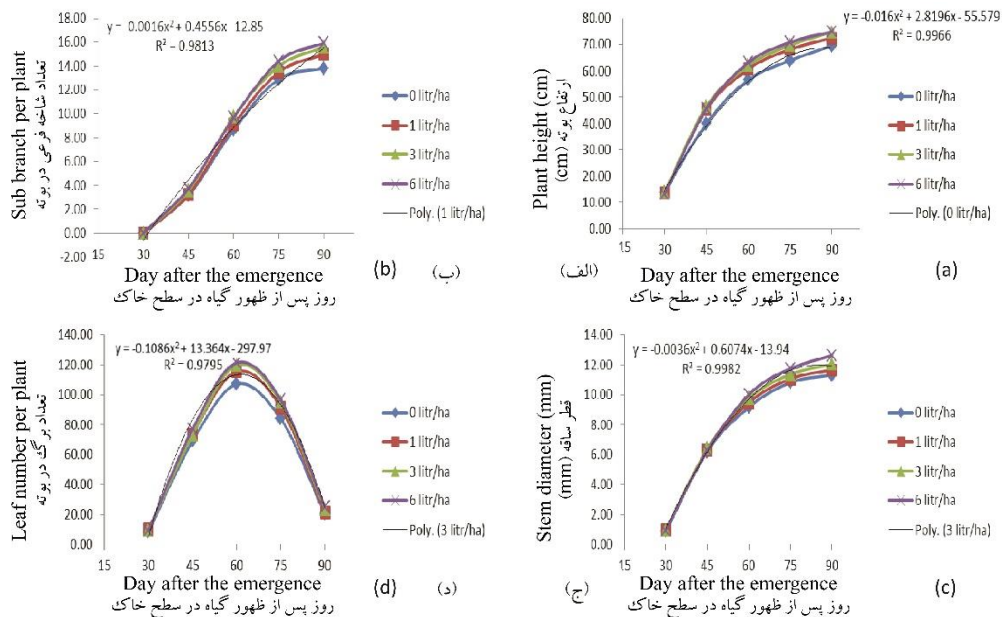
بدون تنش، تنش ملایم، تنش متوسط و تنش شدید به ترتیب شامل آبیاری پس از ۵۰، ۸۰، ۱۳۰ و ۱۸۰ میلی متر آب از تنشک تیخیر کلاس A می باشد.

No, mild, medium and intense water stress are, respectively, irrigation after 50, 80, 130 and 180 mm evaporation from class A pan.



شکل ۱. روند تغییرات تجمعی ارتفاع بوته (الف)، تعداد شاخه فرعی در بوته (ب)، قطر ساقه (ج) و تعداد برگ در بوته (د)، پس از ظهور گیاه در سطح خاک تا مرحله رسیدگی در تیمارهای مختلف تنش خشکی

Figure 1. The trend of cumulative changes for plant height (A), number of branches per plant (B), stem diameter (C) and number of leaves per plant (D), after emergence of the plant on the surface of the soil till the maturity stage under different treatments of drought stress



شکل ۲. روند تغییرات تجمعی ارتفاع بوته (الف)، تعداد شاخه فرعی در بوته (ب)، قطر ساقه (ج) و تعداد برگ در بوته (د)، پس از ظهور گیاه در سطح خاک تا مرحله رسیدگی در تیمارهای مختلف اسید هیومیک

Figure 2. The trend of cumulative changes for plant height (A), number of branches per plant (B), stem diameter (C) and number of leaves per plant (D), after emergence of the plant on the surface of the soil till the maturity stage under different treatments of humic acid

هیومیک می تواند منجر به جذب بهتر آب و انتقال مواد غذایی شده و از این طریق سبب افزایش رشد ریشه و ساقه می گردد (Moghbeli & Arvin, 2014). اثر متقابل تنش خشکی و اسید هیومیک بر صفت تعداد شاخه فرعی در بوته در این آزمایش معنی دار نگردید (جدول ۲).

بر اساس شکل ۱-ب و شکل ۲-ب، با افزایش تعداد روز پس از ظهور گیاه در سطح خاک تا مرحله برداشت در تیمارهای مختلف تنش خشکی و اسید هیومیک، تغییرات تجمعی تعداد شاخه فرعی در بوته از تابع Polynomial درجه ۲ پیروی نمود و تا مرحله چهارم نمونه برداری ۷۵ روز پس از ظهور گیاه در سطح خاک، روندی صعودی را نشان داد و پس از آن افزایش چندانی نداشت. با توجه به مشابه بودن روند تغییرات تعداد شاخه فرعی در بوته نسبت زمان در تیمارهای مختلف تنش و اسید هیومیک، برآزش داده ها روی تیمار خشکی ۸۰ میلی متر و تیمار محلول پاشی ۱ لیتر در هکتار صورت پذیرفت.

قطر ساقه

صفت قطر ساقه به طور معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد تحت تاثیر تیمارهای مختلف تنش خشکی و محلول پاشی اسید هیومیک قرار گرفت (جدول ۲). قطر ساقه با افزایش تنش خشکی، کاهش معنی داری را نشان می دهد (جدول ۳). مطابق این جدول، بیشترین قطر ساقه در تیمار خشکی شاهد (بدون تنش) و کمترین آن در تیمار تنش شدید مشاهده گردید. به جز تیمار شاهد تنش و تنش ملایم که فاقد اختلاف معنی داری هستند، تیمارهای آبیاری پس از

با اعمال تیمارهای تنش خشکی (فواصل آبیاری ۷، ۱۴ و ۲۱ روز) روی گیاه گلرنگ مشخص گردید که بین فواصل آبیاری از نظر تعداد شاخه های فرعی در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی دار وجود دارد؛ در این گزارش آمده است، تحت شرایط افزایش فواصل آبیاری در گیاه گلرنگ، تعداد سلول های آغازین تشکیل شده جهت تولید انشعابات اولیه ساقه کاهش می یابد و این مسئله به کاهش تعداد شاخه های فرعی در گیاه می انجامد (Behdani & Jami al-Ahmadi, 2009). طبق جدول ۳ افزایش مقدار محلول پاشی از ۱ تا ۶ لیتر در هکتار اسید هیومیک اثر یکنواختی بر تعداد شاخه های فرعی دارد، با این حال کلیه تیمارهای محلول پاشی اسید هیومیک نسبت به شاهد دارای اختلاف معنی داری بوده و مقادیر بیشتری را دارا بودند. محلول پاشی تیمارهای ۱، ۳ و ۶ لیتر اسید هیومیک در هکتار به ترتیب سبب افزایش ۸، ۱۳ و ۱۵ درصدی تعداد شاخه های فرعی بوته نسبت به تیمار شاهد شده است. بر اساس مطالعه ای که بر روی گلرنگ با تیمارهای قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد و سطوح مختلف تغذیه گیاهی از جمله کاربرد هیومکس (کود آلی حاوی اسید هیومیک) صورت گرفت، تعداد شاخه فرعی در بوته، تحت تاثیر تغذیه گیاهی قرار گرفته و بالاترین تعداد شاخه فرعی، در تیمار هیومکس حاصل شد (Mohsennia & Jalilian, 2012).

هیومیک اسید باعث افزایش جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم می گردد (Taghadosi et al., 2012). ضمناً کاربرد اسید

(بدون اسید هیومیک) نشان نداد. در مجموع محلول پاشی ۳ و ۶ لیتر اسید هیومیک در هکتار به ترتیب باعث افزایش ۷ و ۱۲ درصدی قطر ساقه نسبت به تیمار شاهد گردیدند.

صفت قطر ساقه در تیمارهای محلول پاشی اسید هیومیک روی گیاه منداب نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی داری را نشان می دهد؛ دلیل این امر افزایش رشد و تجمع ماده خشک عنوان شده است (Ghorbani et al., 2013). همچنین قطر ساقه با کاربرد اسید هیومیک در گیاهچه های فلفل و بادمجان افزایش می یابد (Padem et al., 1999).

نتایج بدست آمده در این آزمایش مبنی بر افزایش قطر ساقه با کاربرد هیومیک اسید، با نتایج حاصل شده توسط سایر محققین مطابقت دارد. در این مطالعه، اثر متقابل تیمار تنش خشکی و محلول پاشی اسید هیومیک روی صفت قطر ساقه معنی دار نگردید (جدول ۲).

بر اساس شکل ۱-ج و شکل ۲-ج، با افزایش تجمعی تعداد روز پس از ظهور گیاه در سطح خاک تا مرحله برداشت در تیمارهای مختلف تنش خشکی و کاربرد سطوح مختلف اسید هیومیک، میانگین تغییرات قطر ساقه نسبت به زمان بصورت تابع Polynomial درجه ۲ می باشد. قطر ساقه تا مرحله چهارم نمونه برداری روندی صعودی را نشان می دهد و پس از آن افزایش چندانی ندارد. با توجه به مشابه بودن روند تغییرات قطر ساقه نسبت زمان در تیمارهای تنش خشکی و اسید هیومیک، برآزش داده ها به ترتیب روی تیمارهای ۱۳۰ میلی متر تبخیر و ۳ لیتر در هکتار صورت پذیرفت.

۱۳۰ و ۱۸۰ میلی متر تبخیر، به ترتیب با ۱۸ و ۲۹ درصد کاهش در قطر ساقه، اختلاف معنی داری را در این صفت در مقایسه با تیمار شاهد نشان می دهند (جدول ۳).

قطر ساقه از جمله صفاتی است که افزایش آن باعث استحکام بیشتر گیاه در مقابل ورس می شود (Khaninejad et al., 2013). در مطالعه ای جهت ارزیابی معیار تحمل به خشکی در گیاه آفتابگردان مشخص گردید، قطر ساقه در شرایط آبیاری محدود، آسیب کمتری را نسبت به سایر صفات متحمل می شود (Rafiei et al., 2005). در آزمایش دیگری روی گیاه گلرنگ با اعمال تنش خشکی (آبیاری کامل، آبیاری تا مراحل تکمه دهی، گل دهی و دانه بندی)، سطوح آبیاری اثر معنی داری بر قطر ساقه داشتند؛ در این گزارش آمده است، کاهش قطر ساقه در گیاه می تواند به دلایل مختلف از جمله تراکم، ژنوتیپ، شرایط محیطی (نظیر تنش خشکی و گرما و در نتیجه کاهش آب قابل دسترس برای گیاه) باشد (Mousavifar et al., 2011).

مقایسه میانگین صفت قطر ساقه در این آزمایش نشان داد، محلول پاشی اسید هیومیک روی گیاه گلرنگ تأثیر معنی داری بر صفت قطر ساقه داشته است (جدول ۳). بر اساس این جدول، با افزایش میزان محلول پاشی اسید هیومیک روی گیاه، قطر ساقه به صورت معنی داری افزایش یافته است. بیشترین قطر ساقه در تیمار ۶ لیتر به دست آمد که با تیمار ۳ لیتر اسید هیومیک در هکتار اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۳). مطابق این جدول قطر ساقه در تیمار ۱ لیتر هیومیک اسید اختلاف معنی داری با تیمار شاهد

تعداد برگ در بوته

صفت تعداد برگ در بوته در تیمارهای مختلف تنش خشکی و محلول پاشی اسید هیومیک در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شده است (جدول ۲). تعداد برگ در بوته در تیمارهای تنش ملایم، متوسط و شدید به ترتیب با ۶، ۶۳ و ۶۹ درصد کاهش، اختلاف معنی داری را در مقایسه با تیمار شاهد نشان می دهند (جدول ۳).

یکی از عوامل موثر در تولید مواد فتوسنتزی در همه انواع گیاهان، تعداد برگ در آنهاست (Ferasat et al., 2008). طی مطالعه ای روی گلرنگ در تیمارهای مختلف آبیاری، بیشترین تعداد برگ در بوته با تیمار آبیاری کامل بدست آمد؛ دلیل کاهش تعداد برگ در بوته با افزایش تنش خشکی، تسریع در پیری گیاه و در نهایت ریزش برگ ها در اثر تنش خشکی گزارش گردید (Rasti et al., 2014).

مطابق جدول ۳، به جز تیمار محلول پاشی ۱ لیتر در هکتار اسید هیومیک که اختلاف معنی داری را در این صفت با تیمار شاهد نشان نمی دهد، تیمارهای ۳ و ۶ لیتر در هکتار اسید هیومیک به ترتیب با افزایش ۱۴ و ۲۲ درصدی تعداد برگ در بوته، اختلاف معنی داری با تیمار شاهد دارند. کمترین تعداد برگ در بوته در تیمار شاهد و ۱ لیتر در هکتار اسید هیومیک و بالاترین آن در تیمار محلول پاشی ۶ لیتر در هکتار مشاهده می گردد (جدول ۳).

در آزمایشی با تیمارهای مختلف محلول پاشی اسید هیومیک (صفر، ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر) و زمان های مختلف

محلول پاشی (۱، ۲، ۳ و ۴ هفته یک بار) بر روی ویژگی های کمی و کیفی گل بریده شب بو، بیشترین تعداد برگ در تیمار اسید هیومیک به میزان ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر حاصل شد که اختلاف معنی داری با تیمار شاهد داشت؛ دلیل افزایش تعداد برگ در بوته در این آزمایش به موازات افزایش میزان محلول پاشی، افزایش جذب بیشتر عناصر غذایی، رشد بهتر گیاه و به دنبال آن افزایش تعداد برگ عنوان شده است (Shahsavani Markadeh & Chamani, 2014).

اثر متقابل تنش خشکی و اسید هیومیک بر صفت تعداد برگ در بوته در این آزمایش معنی دار نگردیده است (جدول ۲). بر اساس شکل ۱-د و شکل ۲-د، با افزایش تعداد روز پس از ظهور گیاه در سطح خاک تا مرحله برداشت در تنش های مختلف خشکی و کاربرد اسید هیومیک، تغییرات تجمعی تعداد برگ در بوته بصورت تابع Polynomial درجه ۲ می باشد. این تغییرات تا مرحله ۶۰ روز پس از ظهور گیاه در سطح خاک روند صعودی و پس از آن روندی نزولی دارد. با توجه به مشابه بودن روند تغییرات تعداد برگ در بوته نسبت زمان در تیمارهای تنش خشکی و اسید هیومیک، برازش داده ها روی تیمار خشکی ۱۳۰ میلی متر و ۳ لیتر در هکتار اسید هیومیک صورت پذیرفت.

عملکرد دانه

عملکرد دانه در تیمار تنش خشکی در سطح احتمال ۱ درصد و در تیمار محلول پاشی اسید هیومیک در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه در تیمار خشکی شاهد (بدون تنش) و کمترین آن در

نسبی برگ در مقایسه با تیمار شاهد نسبت داده شده است. طبق این گزارش، تنش خشکی باعث کاهش نسبی آماس سلول‌های محافظ روزنه و نتیجتاً کاهش جذب دی‌اکسید کربن از طریق برگ گشته و از طریق کاهش فتوسنتز سبب کاهش عملکرد دانه شده است (Baghkhani & Farahbakhsh, 2008).

محلول پاشی اسید هیومیک، تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه داشته است (جدول ۳). بر اساس این جدول، بین تیمارهای اسید هیومیک، بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار ۶ لیتر حاصل شد که با تیمار ۱ و ۳ لیتر در هکتار اختلاف معنی داری نداشت، همچنین بین تیمارهای محلول پاشی ۱ لیتر در هکتار با تیمار شاهد، اختلاف معنی داری وجود مشاهده نشد. محلول پاشی اسید هیومیک به میزان ۱، ۳ و ۶ لیتر در هکتار به ترتیب باعث افزایش ۴، ۶ و ۹ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد گردیدند (جدول ۳).

در مطالعه‌ای بر روی گیاه لوبیا، محلول پاشی اسید هیومیک روی عملکرد دانه موجب افزایش ۱۶ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد شد که علت آن، افزایش فراهمی عناصر غذایی برای گیاه در تیمارهای اسید هیومیک بیان گردید (Jahan *et al.*, 2013). در آزمایشی روی گیاه ذرت، عملکرد دانه به صورت معنی داری در تیمارهای محلول پاشی اسید هیومیک نسبت به تیمار شاهد، افزایش یافت که دلیل آن حصول زود هنگام حداکثر سطح برگ، افزایش دوام سطح برگ و در نتیجه طولانی‌تر شدن تجمع ماده خشک معرفی شده است (Ghorbani *et al.*,

تیمار تنش شدید مشاهده گردید (جدول ۳). مطابق این جدول، تیمارهای آبیاری پس از ۸۰، ۱۳۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر، به ترتیب با ۳، ۲۱ و ۲۹ درصد کاهش در عملکرد دانه، اختلاف معنی داری را در مقایسه با تیمار شاهد نشان دادند.

تنش کمبود آب در مرحله گل‌دهی و گرده‌افشانی آفتابگردان، باعث کاهش شدید عملکرد دانه در این گیاه می‌شود (Jafarzadeh Kenarsari & Pooštini, 1998). در آزمایش ارزیابی معیار تحمل به خشکی در گیاه آفتابگردان مشخص شد در شرایط آبیاری محدود، صفت عملکرد دانه بیشترین کاهش را نشان می‌دهد، این موضوع بیانگر این نکته است که صفات مرتبط با مرحله زایشی گیاه بیشتر تحت تأثیر خشکی قرار می‌گیرند (Rafiei *et al.*, 2005). صفات تعداد طبق در بوته و عملکرد دانه در گیاه همبستگی زیادی با یکدیگر دارند و از بین اجزای عملکرد، تعداد طبق در بوته بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه گل‌رنگ دارد (Rameshknia *et al.*, 2011).

کمبود آب در مراحل مختلف رشد، فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه (نظیر تشکیل و پر شدن دانه) را کاهش داده و از این طریق عملکرد دانه را می‌کاهد (Jabari & Ebadi, 2011). در آزمایشی با تیمارهای مختلف تنش خشکی (بر اساس قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه) روی رقم گل‌رنگ، تیمار تنش خشکی اثر معنی داری بر عملکرد دانه بر جای گذاشته است. در این آزمایش، کاهش عملکرد دانه در تیمارهای تنش خشکی، به کاهش محتوای آب

دست آمد که با تیمار ۳ لیتر در هکتار اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۳). مطابق این جدول، کمترین مقدار عملکرد روغن نیز در تیمار شاهد اسید هیومیک مشاهده گردید، ضمناً تیمار ۶ لیتر در هکتار، عملکرد روغن را در به میزان ۲۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داده است. با توجه به این که در صفت عملکرد روغن دو عامل درصد روغن و عملکرد دانه موثر هستند، و نیز افزایش شدت تنش بر کاهش عملکرد دانه معنی دار گشته است، به نظر می رسد در این آزمایش مهم ترین فاکتور موثر در عملکرد روغن، عملکرد دانه باشد که در بخش عملکرد دانه به اثر تیمارهای تنش و اسید هیومیک بر این صفت پرداخته شد. ضمناً اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و اسید هیومیک بر صفت عملکرد روغن در این آزمایش معنی دار نگردید (جدول ۲).

نتیجه گیری

اعمال تنش خشکی سبب کاهش و محلول پاشی اسید هیومیک باعث افزایش معنی دار کلیه صفات مورد ارزیابی در این آزمایش گردید. افزایش ارتفاع بوته و به موازات آن افزایش تعداد شاخه فرعی، قطر ساقه و همچنین تعداد برگ در بوته در تیمارهای اسید هیومیک به خصوص در تیمار محلول پاشی به میزان ۶ لیتر در هکتار، سبب افزایش رشد رویشی در گیاه گردیده است. همچنین این تیمار روند تغییرات متمایزی را نسبت سایر تیمارهای اسید هیومیک روی صفات مورد ارزیابی برجای گذاشته و سبب افزایش بیشتر صفات مورد مطالعه، نسبت به سایر تیمارهای

(2013). ضمناً در این آزمایش، اثر متقابل تیمار تنش خشکی و محلول پاشی اسید هیومیک روی صفت عملکرد دانه معنی دار نگردید (جدول ۲).

عملکرد روغن

اثر سطوح مختلف تنش خشکی و محلول پاشی اسید هیومیک با سطح احتمال یک درصد بر عملکرد روغن معنی دار شد (جدول ۲). با افزایش شدت تنش، عملکرد روغن به طور معنی داری کاهش یافت (جدول ۳). بر اساس این جدول، بیشترین عملکرد روغن در تیمار شاهد تنش (۵۰ میلی متر تبخیر) مشاهده گردید که با تیمار تنش ملایم اختلاف معنی داری نداشت. کمترین مقدار عملکرد روغن نیز در تیمار تنش شدید با ۲۶ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد مشاهده گردید.

در آزمایشی که با تیمارهای سطوح مختلف آبیاری بر اساس ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی بر روی گلرنگ انجام گرفت، بیشترین عملکرد روغن به مقدار ۴۰۷/۲ کیلوگرم در هکتار با تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کمترین عملکرد روغن نیز به مقدار ۲۹۷/۷ کیلوگرم در هکتار با تامین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه بدست آمد؛ در این گزارش آمده است، با اعمال تنش خشکی در گلرنگ، عملکرد روغن به شدت کاهش می یابد ولی با افزایش شدت تنش در سطوح بعدی، افت عملکرد روغن با شدت کمتری انجام می گیرد (Ferasat et al., 2008).

با افزایش غلظت محلول پاشی اسید هیومیک روی گیاه گلرنگ، عملکرد روغن به صورت معنی داری افزایش یافته است (جدول ۳). بیشترین عملکرد روغن با در تیمار ۶ لیتر به

اسید هیومیک شده است.

سپاسگزاری

مقاله حاضر با حمایت مالی دانشگاه شهرکرد به سرانجام رسید؛ بدینوسیله مراتب تشکر و قدردانی خود را به دلیل همکاری و مساعدت در تقبل هزینه‌های این پروژه اعلام می‌داریم.

References

- Alinaghizadeh, M. Movahedi Dehnavi, M. Faraji, E. and Azimi Gandomani, M. 2010. Performance and growth indices of safflower in second crop in Yasuj region. *Electronic Journal of Crop Production*. 3(2):15-32. (In Persian)
- Asgari, Gh. Mortazavi, S.B. Hashemian, S.J. and Mousavi, S.Gh. 2010. Evaluation of the process of catalytic ozonation of activated carbon in the removal of humic acid from aqueous solutions. *Journal of Hamedan University of Medical Sciences & Health Services*. 17(4):25-33. (In Persian)
- Asgari, M. Habibi, D. and Naderi Boroujerdi, Gh. 2011. Study of application of vermicompost, growth stimulating bacteria and humic acid on growth parameters of peppermint (*Mentha piperita* L.) in Markazi province. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*. 7(4):41-54. (In Persian)
- Ayas, H. and Gulser, F. 2005. The Effect of sulfur and humic on yield components and macronutrient contents of spinach. *Journal of Biological Sciences*. 5(6):801-804.
- Baghkhan, F. and Farahbakhsh, H. 2008. Effects of drought stress on yield and some physiological traits of three spring safflower cultivars. *Agriculture Journal: Water, Soil and Plant in Agriculture*. 8(2):45-57. (In Persian)
- Behdani, M.A. and Jami al-Ahmadi, M. 2009. Response of spring safflower cultivars to different irrigation intervals in Birjand. *Iranian Journal of Agricultural Research*. 8(2):315-323. (In Persian)
- Ezatpur, S. Khorshidi, M.B. and Naseri, A. 2010. Effect of drought stress on different safflower genotypes. The first national sustainable agriculture conference and healthy crop production. *Agricultural and Natural Resources Research Center Esfahan, Iran*. p. 1-4. (In Persian)
- Farjam, S. Rakhzadi, A. Mohammadi, H. and Ghale shakhani, S. 2014. Effect of irrigation and salicylic acid spraying stress on growth, yield and yield components of three spring safflower cultivars. *Scientific journal of physiology of crops*. 6(23):99-112. (In Persian)
- Ferasat, M. Sajedi, N. and Mirzakhani, M. 2008. Response of plant traits in four safflower genotypes under water deficit conditions. *New Agricultural*

- Findings. 3(1):67-81. (In Persian)
- Ghasemi, A. Tuklou, M. and Zabihi, H. 2012. Effect of Nitrogen, Potassium and Humic Acid on Vegetative Growth, Absorption of Nitrogen and Potassium Elements in Potato Minibus under Greenhouse Conditions. Journal of Agronomy and Plant Breeding. 8(1):39-56. (In Persian)
- Ghorbani, S. Khazaei, H. Kafi, M. Banayan aval, M. and Sadeghi shoghagh, M. 2013. Effect of different levels of humic acid levels on yield, yield components and corn growth indices. Journal of Crop Research. 5(4):325-337. (In Persian)
- Ghorbani, S. Khazaei, H.R. Kafi, M. and Banayan aval, M. 2010. Effect of humic acid application in irrigation water on yield and yield components of corn. Agricultural Ecology Journal. 2(1):123-131. (In Persian)
- Gomes Sanchez, D.V. Annozzi, G.P. Baldini, M. Tahamasebi Enferadi, S. and Dell Vedove, G. 2000. Effect of soil water availability in sunflower lines derived from interspecific crosses. Italian Journal of Agronomy. p. 371-387.
- Jabari, M. and Ebadi, Gh. 2011. Effect of supplemental irrigation on the absorption of elements, water relations and assessment of marsh infestation in safflower under Ardebil conditions. Journal of Environmental Tensions in Crop Sciences. 3(2):115-127. (In Persian)
- Jafarzadeh Kenarsari, M. and Poostini, K. 1998. Effect of drought stress in different growth stages on some morphological characteristics and sunflower (Record Cultivar) yield components. Journal of Agricultural Sciences of Iran. 29(2):353-361. (In Persian)
- Jahan, M. Sohrabi, R. Doaei, F. and Amiri, M.B. 2013. The Effect of hydrogel superabsorbent adsorption on soil and humic acid spraying on some agro-ecological features of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in mashhad condition. Ecological Agriculture Magazine. 3(2):71-90. (In Persian)
- Kamsefidi, H. and Arvin S.M.J. 2011. Effects of Humic Acid Application on Moisture Preservation of Some Vegetative Properties and Fruit Performance in Melon Cultivars. Eleventh General Irrigation Seminar and Reduction of Evapotranspiration. Shahid Bahonar University of Kerman, Iran. p. 1-8. (In Persian)

- Khajepour, M. 2004. Industrial plants. Publishing of Jahad Daneshgahi of Isfahan. Iran. P. 580. (In Persian)
- Khaninejad, S. Kafi, M. Khazaei, H. Shabahang, J. and Nabati, J. 2013. Effect of different levels of nitrogen and phosphorus on characteristics and forage yield of Kochia (*Kochia Scoparia*) in irrigation with two salinity levels. Iranian Journal of Agricultural Research. 11(2):275-282. (In Persian)
- Kumar, A. and Singh, D.P. 1994. Influence of water stress on photosynthesis, transpiration, water use efficiency and yield of *Brassica Juncea* L. Field Crops. 37:95-101.
- Moghbeli, T. and Arvin M.J. 2014. Effect of seed preparation with growth regulators on germination, growth and yield of Melon fruit. Journal of Production and Processing of Agricultural and Horticultural Products. 4(14):23-33. (In Persian)
- Mohsennia, A. and Jalilian, J. 2012. Effect of plant nutrition on some morphological traits and safflower protein under different irrigation regimes. Journal of Crop Production. 6(3):165-176. (In Persian)
- Mousavifar, B. Behdani, M. Jami al-ahmadi, M. and Hoseini bajd, M.S. 2011. The effect of limited irrigation on some morphological traits and biological yield of spring safflower cultivars. Journal of Environmental Tensions in Crop Sciences. 3(2):105-114. (In Persian)
- Nardi, S. Pizzeghello, D. Muscolo, A. and Vianello, A. 2002. Physiological effect of humic substances on higher plants. Soil biology & Biochemistry. 34:1527-1536.
- Padem, H. Ocal, A. and Alan, R. 1999. Effect of humic acid added foliar fertilizer on quality and nutrient content of eggplant and pepper seedlings. Acta Horticulture. 491.
- Rafiei, F. Kashani, A. Mamghani, R. and Golchin, A. 2005. Effect of irrigation steps and nitrogen application on yield and some morphological characteristics of sunflower golshid hybrid. Journal of Agricultural Sciences of Iran. 7(1):44-54. (In Persian)
- Rameshknia, Y. Sabagh tazeh, A. and Tahmaseb poor, B. 2011. Relationship between

- phenological traits, yield and yield components of safflower under stressed and non-stressed conditions. The first specialized agricultural development conference in the provinces of the northwest of the country. Meshkinshahr, Iran. p. 1-11. (In Persian)
- Rameshknia, Y. Tahmasebpour, B. and Sabbaghtazeh, E. 2013. Investigation the important traits of spring safflower varieties through multivariate statistical methods. Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences. 2(8):29-34.
- Rasti, A. Safari, M. and Maghsoudimood, Gh.A. 2014. Effect of organic and chemical fertilizers on performance indices and safflower performance components under drought stress. Scientific Journal of Irrigation and Water Engineering. 5(18):69-80. (In Persian)
- Rezaei, M. Shahsavari, M.R. Fathi, M. Aghdaei, M. and Haghghat, A. 2009. Effect of irrigation regimes on quantitative and qualitative characteristics of three spring safflower cultivars. The 10th National Irrigation Seminar and Evaporation Reduction in Kerman, Iran. p. 1-15. (In Persian)
- Roodposhti, S. Moravej, Gh. and Hoseini, M. 2012. Evaluation of resistance of different cultivars of Brassica oil species to the erysimi (Hemiptera: *Aphididae*) Lipaphis in greenhouse conditions. Journal of Plant Protection in Agricultural Sciences and Technology. 26(2):224-230. (In Persian)
- Shahsavari Markadeh, M. and Chamani, A. 2014. Effect of different levels and application times of humic acid on quantitative and qualitative properties of cut flowers of Matthiola Hanaz cultivar. Journal of Greenhouse Science and Technology. 5(19):157-170. (In Persian)
- Taghadosi, M. Hasani, N. and Sinkov, J. 2012. Disruption of irrigation and spraying stress with humic acid and algae extract on antioxidant enzymes and prolylene in forage sorghum. Journal of Crop Production in Environmental Conditions. 4(4):1-12. (In Persian)
- Yari, P. Keshtkar, A.H. Sepehri, Gh. and Mazaheri laghab, H. 2013. Drought tolerance analysis of spring safflower genotypes using indices of tolerance in hamedan. The Second Sustainable Agriculture and Environment Conference.

Hamedan, Iran. p. 1-15. (In Persian)

Yasari, T. Shamsavari, M.R. Barzegar, A.B. and Omidi, A.H. 2005. Study of developmental stages and their relationship with grain yield in 10 advanced safflower genotypes. Journal of Research and Development in Agriculture and Horticulture. 68:75-83. (In Persian)

Effect of humic acid spraying on yield and some morphological characteristic of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under drought stress conditions

E. Karimi^{1*}, A. Tadayyon²

1. Master of Shahrekord University . (Corresponding author)
2. Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Shahrekord University

Received: March 2016 Accepted: July 2018

Extended Abstract

Karimi, E., Tadayyon, A., Effect of humic acid spraying on yield and some morphological characteristic of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under drought stress conditions
Applied Research in Field Crops Vol 31, No. 1, 2018 4-6: 19-38(in Persian)

Introduction: Oil crops contain proteins in addition to fatty acids and comprise a major food requirement in the world after cereals (Roodposhti *et al.*, 2012). Water deficiency is one of the most important challenges to agricultural production in Iran. This stress factor causes early flowering, accelerates maturity growth, shortens growth stages, reduces leaf area index, and thus reduces the absorption of light by plant. In recent years, the lack of use of organic fertilizers have led to a significant decline in the organic matter content of Iranian soils, causing environmental problems and soil nutrient imbalances. One of the important issues in ecological agriculture is the use of organic matter. An important advantage of humic acid can be its ability to chelate different elements such as sodium, potassium, magnesium, zinc etc in order to overcome the deficiency of nutrients (Ghorbani *et al.*, 2010). Due to the importance of safflower in terms of its high tolerance against adverse environmental conditions e.g. drought stress and also the lack of research on the application of humic acid as an organic compound, the results of this work would

Email address of the corresponding author: esmaeil.karimi.gh@gmail.com

have implications for the possibility of expanding cultivation area of safflower and oil production.

Materials and Methods: To investigate the effect of different levels of humic acid on morphological characteristics as well as seed and oil yields of safflower (Isfahan local cultivar) under different drought stress treatments, an experiment was conducted at research farm of Shahrekord university during the growing season of 2012. The experiment was split plot based on in a completely randomized block design with three replications. The main factors included irrigation after 50 (control), 80, 130 and 180 mm evaporation from class A pan and the sub factors consisted of four levels of humic acid spraying (0 (control), 1, 3, and 6 liter/ha). Drought stress treatments were applied after flowering stage till the end of growth period and humic acid was sprayed after flowering stage. The measured traits included plant height, number of branch per plant, stem diameter, leaf number per plant, grain yield and oil yield.

Results and Discussion: Plant height and number of branches per plant were significantly decreased under water stress treatment compared to control. The highest plant height and the greatest number of branches per plant were obtained at the highest application rate of humic acid solution. Humic acid increases the nutrient absorption ability of plants by influencing the metabolism of plant cells and chelating nutrient compounds, which can result in increased plant growth and height (Nardi *et al.*, 2002). Stem diameter and leaf number per plant showed a significant decrease with increasing the intensity of drought stress. The reduced number of leaves per plant may be attributable to accelerated plant aging and eventually leaf loss. By increasing the amount of humic acid spraying, stem diameter and number of leaves per plant were enhanced. This could be due to the increased accumulation of dry matter and increased absorption of nutrients by the plant

Grain yield under drought stress treatments significantly decreased compared to control treatment. This observation could be attributed to the water stress experienced by the plant at different stages of growth, which led to a decline in its physiological activities such as seed formation and filling and thereby a reduction

in grain yield. Humic acid spraying exhibited a significant increase in safflower grain yield. This is due to the increased availability of nutrients for the plant under humic acid treatment. Considering the fact that oil yield is a function of oil percentage and grain yield and also the increased stress intensity was associated with a significant reduction in safflower grain yield, it seems that in this experiment, the most important effective factor influencing oil yield was grain yield.

Conclusion: Imposition of drought stress reduced all the plant yield and growth characteristic. However, spraying of humic acid significantly increased all the measured traits. The increased plant height and a parallel rise in number of branches, stem diameter and number of leaves per plant under humic acid treatments, especially in the treatment of 6 liter/ha, resulted in the enhanced plant vegetative growth.

Keywords: Drought stress, foliar application, grain yield, leaf number, organic matter

References

- Ghorbani, S. Khazaei, H.R. Kafi, M. and Banayan aval, M. 2010. Effect of humic acid application in irrigation water on yield and yield components of corn. *Agricultural Ecology Journal*. 2(1):123-131. (In Persian)
- Nardi, S. Pizzeghello, D. Muscolo, A. and Vianello, A. 2002. Physiological effect of humic substances on higher plants. *Soil biology & Biochemistry*. 34:1527-1536.
- Roodposhti, S. Moravej, Gh. and Hoseini, M. 2012. Evaluation of resistance of different cultivars of Brassica oil species to the erysimi (Hemiptera: *Aphididae*) *Lipaphis* in greenhouse conditions. *Journal of Plant Protection in Agricultural Sciences and Technology*. 26(2):224-230. (In Persian)